

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-297780

(P2001-297780A)

(43)公開日 平成13年10月26日(2001.10.26)

(51)Int.Cl.⁷

H 0 1 M 8/02

8/04

8/14

識別記号

F I

H 0 1 M 8/02

8/04

8/14

テマコード*(参考)

E 5 H 0 2 6

Z 5 H 0 2 7

Z

X

審査請求 未請求 請求項の数 5 書面 (全 10 頁)

(21)出願番号

特願2000-147068(P2000-147068)

(22)出願日

平成12年4月12日(2000.4.12)

(71)出願人 500227691

上松 宏吉

横浜市旭区上白根二丁目16番41号

(72)発明者 上松 宏吉

横浜市旭区上白根二丁目16番41号

Fターム(参考) 5H026 AA06 CV08 CX01 CX08 CX10

EE02

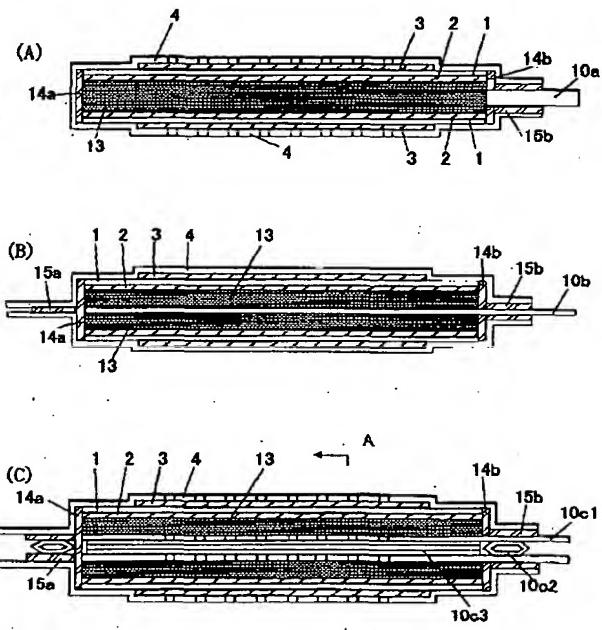
5H027 AA05 BA01

(54)【発明の名称】 溶融炭酸塩型燃料電池とこれを用いた発電装置

(57)【要約】 (修正有)

[課題] コストの高いセパレータの構成要素をカソード集電板のみとしてコストを大幅に低減した溶融炭酸塩型燃料電池を提供する。

[解決手段] 平板状で適正な圧縮強度と通気性を有する発泡金属体13の両面に接して、それぞれアノード電極2を配置し、そのそれぞれの外側に接するように電解質板1を配置し、更にそれぞれの外側に接するように電解質板より面積の小さいカソード電極3を配置し、その全体の外側を接するように金属板であるカソード集電板4で覆い、それによって扁平な角型チューブを形成させ、そのカソード集電板のカソード電極と接する部分には貫通する多数の小孔を設けると同時に、カソードを収納するためのカソードとほぼ同じ形状の外側への凸部を形成し、その内側に上記カソードが収納されるように配置する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 平板状で適正な圧縮強度と通気性を有する発泡金属体の両面に接してそれぞれアノード電極を配置し、そのそれぞれの外面に接するように電解質板を配置し、更にそのそれぞれの外側に接するように電解質板より面積の小さいカソード電極を配置し、その全体の外側を接するように金属板であるカソード集電板で覆い、それによって扁平な角型チューブを形成させ、そのカソード集電板のカソード電極と接する部分には貫通する多数の小孔を設けると同時に、カソードを収納するためのカソードとほぼ同じ形状の外側への凸部を形成し、その内側に上記カソード電極が収納されるように配置し、カソード集電板の周辺部に設けた平面部は電解質板の外面と直接接触してウエットシールを形成し、発泡金属体の部分に水素等の燃料ガスの流し、カソード集電板の外側には酸素と二酸化炭素を含む酸化剤ガスを流すことで、並列状態にある一対の燃料電池を形成させることを特徴とする溶融炭酸塩型燃料電池。

【請求項2】 請求項1に示す燃料電池のカソード集電板の片側の側面を開口し、発泡金属体とは接するが、カソード集電板とは絶縁を維持するよう電子導電性を有するインターロネクターを配置し、そのインターロネクターの発泡金属体とは反対側の端を隣接する同型燃料電池のカソード集電板と接続することで、複数の同型燃料電池を直列に接続して使用することを特徴とする請求項1に示す燃料電池。

【請求項3】 請求項1に示す燃料電池の発泡金属体の中央部で水平2分割し、その間に薄板状で導電性を有するインターロネクターを配置し、それをカソード集電板とは絶縁を維持した状態で、その一端をカソード集電板の外側まで延長させ、その部分を隣接する同型燃料電池のカソード集電板と接続することで、複数の同型燃料電池を直列に接続して使用することを特徴とする請求項1に示す燃料電池。

【請求項4】 請求項3に示す薄板状インターロネクターの部分を導電性を有する物質により、スプリング機能を有するように構成し、カソード集電板とインターロネクターの間で、常に燃料電池の部分に締付け力が働くようにしたことを特徴とする請求項1に示す燃料電池。

【請求項5】 1つのハウジング内に、上から順に、蒸気発生器、蒸気過熱器、改質器、起動用バーナー、燃料電池、触媒燃焼器を垂直に配置し、一方、ハウジングは二重壁構造とし、その間を空気が通る時、二重壁の内壁面が空気予熱器としての伝熱面となるようにし、外部から起動用バーナーに燃料ガスを供給、着火し、起動用バーナーから上に位置する装置は起動用バーナーの燃焼ガスで予熱し、起動用バーナーより下に位置する装置は、自然対流に基きハウジングの下部より導入された予熱された空気で予熱することで、起動時にドレンの発生による燃料電池の損傷を心配せずに装置全体を予熱出来るよ

うにし、次いで、改質器に過热水蒸気と炭化水素ガスを供給し、改質されたガスは燃料電池をそのまま通過して触媒燃焼器で燃焼され、それによって、触媒燃焼器及び燃料電池を運転温度まで昇温し、次いで燃料電池を発電に入れることで、外部からのユーティリティを使用することなく、また、起動時にドレントラブルを心配することなく起動出来るようにしたことを特徴とする請求項1に示す燃料電池を使用した発電装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】 【産業上の利用分野】 本発明はエネルギー変換装置の分野に属し、燃料の有する化学エネルギーを直接電気に変換する燃料電池の中、溶融炭酸塩型燃料電池とこれを用いた発電装置に関するものである。

【0002】 【従来の技術】 図6(A)は溶融炭酸塩型燃料電池の構造として最も一般的に使用されている構造である。1つの燃料電池は、セラミックの粉末を平板状に成形し、その粒子間の空間に電解質である炭酸塩を保持するようにした電解質板1の両側に、それぞれ金属粉末の焼結体で作られるアノード電極2とカソード電極3を密着させた簡単な構造で、どの方式も基本的には同じであるが、従来技術では、セパレーターと呼ばれる金属構造物が大変複雑な構造で、コストも高かった。即ち、アノードに水素等の燃料ガスを流す通路を形成するためのアノードコルゲート板5、カソードに酸素、二酸化炭素を含む酸化剤ガスを流す通路を形成するためのカソードコルゲート板7、燃料ガスと酸化剤ガスが混合しないようにする仕切り板としてのセンタープレート6、アノード電極を支持し、かつ、電極部の電気的接続を良好にするためのアノード集電板8、カソード電極を支持し、かつ、電極部の電気的接続を良好にするためのカソード集電板4の5つの基本構成要素が必要で、その他、燃料ガス、酸化剤ガスそれぞれが外部に漏出しないためのマスクプレート9が各コーナーに必要となり、部品点数が非常に多く、複雑で、重量も重く、コストアップの原因となっている。

【0003】 図6(B)は、上記の欠点を改良するための新しい発明で、特願平08-67656に示されるものである。この方式は、アノード集電板8を扁平な角型チューブ状の構造とし、その両外面にそれぞれアノード電極2を配置し、その両外面にカソード電極3を配置し、それら全体をカソード集電板4で覆い、1つのユニットで並列状態にある2つの燃料電池を形成し、その中央の中空部分に燃料ガスを流し、カソード集電板4の外側に酸化剤ガスを流すことで、並列状態にある2つの燃料電池を同時に発電できるようにしたものである。この構造は、セパレータがアノード集電板8とカソード集電板4の2つの構成要素のみとなり、センタープレート6、アノードコルゲート板5、カソードコルゲート板7の3つの構成要素が不用となり、著しく構造を簡単にし、コス

トを低減する。本発明は、この図6 (B) の更なる改良に関するものであるので、以下、主として図6 (B) との比較において記述する。

【0004】 [発明が解決しようとする課題]

(1) 図6 (A) に較べれば、図6 (B) は著しく部品点数を下げ、コストを低減しているが、その中で最もコストが高いものはアノード集電板8である。アノード集電板8は、還元雰囲気の中で溶融状態にある炭酸塩（普通は $\text{Li}_2\text{CO}_3-\text{K}_2\text{CO}_3$ か $\text{Li}_2\text{CO}_3-\text{Na}_2\text{CO}_3$ のどちらかの混合塩が使用される）に接触するため、耐食性の観点からニッケルが使用されているため大変高価で、これを省く方法があればコストダウンに大変有効である。

(2) もう1つは電気の流れるルートとその電気抵抗に関するものである。溶融炭酸塩型燃料電池は、カソード電極で $\text{CO}_2 + 1/2 \text{O}_2 + 2 e = \text{CO}_3^{2-}$ の反応によって電子を吸収して炭酸イオンが生成され、この炭酸イオンが電解質板の中をアノードへ移動し、アノード電極で $\text{H}_2 + \text{CO}_3^{2-} = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 + 2 e$ の反応によって電子が放出される。従って、アノードとカソードを外部回路で接続してやれば電子の流れが形成される。しかし、1つの燃料電池の起電力は実用的には0.7~0.8V程度と低く、通常常数10から数100の燃料電池を直列に接続して利用する。この時、図6 (A) に示す従来型の燃料電池では、アノードから次のカソードへの電子の移動は金属のセパレータを通じて燃料電池の全面が通路となるため、この間の電気抵抗は殆ど無視して良い程小さいものである。しかし、図6 (B) の場合、アノード集電板8に集められた電子は、次のカソード集電板4に行くために薄いアノード集電板8を横に流れ、インターネクターを介してカソード集電板4に運ばれるためこの部分での電気抵抗が大きくなる傾向がある。しかし、図6 (B) の方式は図6 (A) の方式に較べ、2つの並列状態にある一対の燃料電池ユニットを単独に取り出すことが出来、電解質の補充やメンテナンスが可能である上、コストが安いという特徴があり、これらは上記の欠点以上の価値あるものである。従って、この特徴を生かした上で、燃料電池間の電気抵抗を減らすことができれば非常に価値のあることである。勿論、アノード集電板8は金属で出来ており、電子導電性が極めて良好なため、この電気抵抗は燃料電池を成立させるために致命的な障害となるものではなく、電気抵抗が少ない方が発電効率が高められるので望ましいということである。

【0005】 (3) 更に、図6 (A) に示す従来型の燃料電池では、多数の燃料電池を直接積層してスタックとして一体化して使うので、一度スタックとして組んだ後は、各燃料電池間は強く密着した状態となり、例え、その中の1つの燃料電池の性能が悪い場合でも、それを取り出すことは不可能で、電解質を補充したり、燃料電池

の保守を行うことは出来なかった。しかし、図6 (B) は、1つ1つの燃料電池をばらばらにすることが出来るので、電解質の補充も燃料電池の保守も可能である。一方、1つ1つの燃料電池をばらばらにすると、燃料電池の部分に掛かっていた締付け力が開放され、燃料電池部分の変形による損傷が心配されていた。図6 (B) では、この対策として特願平08-67656に記載される通り、カソード集電板4の形状的なスプリング効果のみを利用して、締付け力の開放を防ぐようにしたが、長時間における圧縮クリープ変形を考える時、これだけでは、必ずしも充分とは言えない心配がある。本発明は、上記に示す問題点を解決することを目的としたものである。即ち、本発明の目的は、高価なニッケル製のアノード集電板を省くことでコストを大幅に低減し、各燃料電池間の電気抵抗を低減することで発電効率を向上させ、かつ、単独の燃料電池ユニットを取り出しても締付け力が開放されないようにすることで電解質の補充や保守を可能にし、これら全体を通じてのコスト低減、燃料電池の寿命及び信頼性の向上により、コンパクトで汎用性のある発電装置を提供することにある。

【0006】 [課題を解決するための手段]

(1) アノード集電板8に要求された特性は、アノード電極2の総ての部分から電子を収集するので、電子伝導性が良好なこと、また、アノード電極2はN_i粉末を焼結したもので、それ自体の強度は余り高いものではないので、図6 (A) のような場合、コルゲート板の上に直接置くと、外部から力が加わった場合、変形してしまうため、何等かの支持が必要となり、この役目を果たす機能も要求される。本発明では、図6 (B) のアノード集電板8の代わりに平板状の発泡金属体を使うよう改良している。例えば、空孔率90%程度の発泡金属体は適度な圧縮強度を有し、孔径が充分小さいため、アノード電極の支持体として利用出来る。また、90%は空間であるので、アノードガスの通路としても利用出来、その圧力損失も充分小さい。勿論、それ自体が金属であるので、電子導電性は良好で、アノード電極からの電子の収集にも問題はない。

(2) 一方、多数の燃料電池を直列に接続した時の電気抵抗を考えてみると、例えば0.5mmの従来型のアノードカーレントコレクターと5mmの厚さで空孔率が90%の発泡金属体とは実際に金属の占める厚さは同じになるので、電気が板の幅方向に流れる時の電気抵抗も同じになり、これだけでは、電気抵抗を下げるために発泡金属体の厚さを厚くする必要があるため、充分な改良が施されたとは言えない。しかし、発泡金属自体が電子導電性を持っていることを利用し、アノード電極から離れた発泡金属体の中央部に金属板を挿入することで、電気は発泡金属体の中を流れると同時に、発泡金属体を介して挿入した金属板の中も流れるため、電気抵抗を著しく低減させることが出来る。この場合、この金属板はアノ

ード電極から離れており、電解質に直接接していないので、耐食を目的とした高価なニッケルを使用する必要がないと同時に、簡単な加工で済むので、コストが安く済む。また、この挿入金属板の一端をカソード集電板と絶縁を維持しながら、その外側まで延長することで、それをインターロネクターとして利用することが出来る。

【0007】(3) また、本発明では、一対の並列状態にある燃料電池のユニットをばらばらにした時の燃料電池部分に掛かる締付け力の開放に対しては、以下のような改善策を取っている。即ち、電気抵抗を改良するために発泡金属体の中央部に挿入した金属板の部分にスプリング効果を持たせることで、カソード集電板との間に常に締付け力を維持するようにした。具体的には、種々の方法が考えられるが、一実施例として、図1-1

(C) に示すように、電気抵抗改善のために挿入した金属板を2枚にし、その間にスプリング効果のある波板等を挿入し、カソード集電板で多少変形させた状態まで締付けることで、金属板とカソードカーレントコレクターとの間で常に燃料電池に締付け力が働くようにしたものである。それによって、燃料電池を単独に切り離しても、締付け力が開放されることなく、燃料電池への電解質の補充やメンテナンスが可能となった。このスプリング効果を持つ金属板の例として、図1-2(E)に示すような1枚の波板と1枚の平板でも良く、ピッチが細ければ1枚の波板だけでも良い。

(4) 上記の通り、部品点数を著しく少なくし、コストを下げることが出来た上、燃料電池への電解質の補充やメンテナンスが可能となったことで、従来に較べ、電池の寿命や信頼性が格段に向上了し、従来は、その取り扱いのために、高度な技術的知識を有する人が必要であったため、電力事業用等限られた用途にしか使用出来なかつたものを、本発明により、非常に簡易なものとしたので、家庭用等小型の汎用的な用途にまで適用が可能になった。従って、本発明の燃料電池を効果的に適用したシンプルでコンパクトな低コスト型燃料電池発電装置についても実施例を示した。

【0008】【発明の実施の形態】以下、本発明の好ましい実施形態を図面を参照して説明する。なお、各図において共通する部分にはなるべく同一の符号を使用するよう配慮した。図1-1は本発明に関わる溶融炭酸塩型燃料電池の構造を示す概念図で、図1-1(A)は本発明の基本構造を示している。適正な圧縮強度とガスの通気性を併せ持つ平板状の発泡金属体13の両外面にアノード電極2を配置し、そのそれぞれの外面に電解質板1を配置し、それぞれの外面にカソード電極3を配置し、その全体の外面に接するように、金属板で構成されるカソード集電板4で、全体を覆うようにする。これによって、扁平な角型チューブを形成させる。このカソード集電板4のカソード電極3と接する部分には、カソードとほぼ同じ形状で、カソードを

収納する目的の外側への凸部を形成させ、その内側にカソード電極3を収納するように配置する。カソード電極周辺部のカソード集電板の内面は平面形状を有し、かつ、カソード電極の内面とは基本的に同一平面上になり、その内側にある電解質板1は、カソード電極周辺部のカソード集電板4の平面を形成している部分と直接接觸して、その部分でウェットシールを形成し、発泡金属体13の中を流れる燃料ガスはこのシールで外部に流出しないようになっている。また、カソード集電板4のカソード電極3と接する部分には、貫通する多数の小孔を設け、これがカソード集電板4の外側を流れる酸化剤ガスのカソードへの通路となる。また、カソード集電板4の片側の側面(図1-1(A)では右側)に開口部を設け、発泡金属体とは直接接觸し、カソード集電板4とは絶縁を維持した状態で、電子導電性を有するインターロネクター10aを設け、その他端はカソード集電板4の外側まで延長し、隣接する同型燃料電池のカソード集電板4に接続させる。このことを繰り返し行うことで、複数の同型燃料電池を直列に接続して使うことが出来る。

【0009】発泡金属体13の両側面は、カソード集電板4と直接接觸しないように絶縁材14a, 14bが設置されている。また、カソード集電板4の開口部とインターロネクター10aの間には絶縁兼シール材15bが配置され、カソード集電板4とインターロネクター10aとの絶縁を維持し、かつ、発泡金属体13の中を流れる燃料ガスが外部に漏れないようにシールしている。このような構成によって、発泡金属体13の両面に並列状態に置かれた2つの燃料電池が一対として形成される。

図1-1(B)は、多数の燃料電池を直列に接続して使用する場合の、各燃料電池間の電気抵抗を低減するための改良型燃料電池の構造を示す概念図である。図1-1

(A)に示す燃料電池の発泡金属体の中央部で水平2分割し、その間に金属板10bを挿入した構造である。発泡金属体13で収集された電子は隣接する同型燃料電池のカソード集電板4に移送されるが、そのルートは図1-1(A)では、アノード電極2および発泡金属体13の中を図で言えば左から右に流れ、インターロネクター10aを通って、隣接する燃料電池のカソード集電板4へと移動する。この時、電気抵抗が最も大きいのはアノード電極2及び発泡金属体13の部分である。これに対し、図1-1(B)の場合は、挿入した金属板10bの中を流れるルートが追加されるので、その分電気抵抗は大幅に低減される。この金属板10bの発泡金属体13と接する部分には適宜貫通孔を設け、ガスの流入、流出を可能にする。また、その一端のみを、カソード集電板4とは絶縁状態を維持しながらカソード集電板4の外まで延長し、その部分をインターロネクターとして利用する。なお、図1-1(B)では、組み立てを容易にするために、一対の燃料電池をそれぞれ独立に製作し、後からそれらを合わせて一対の燃料電池を製造する方法を探

用している。そのため、2つの燃料電池の間にガスシール材10aを追加した。図1-1(C)は図に示すような状態で、一対の燃料電池を取り出した時に、燃料電池に掛かる締付け力が開放され、変形によって燃料電池が損傷しないように、燃料電池自体の中に、締付け機構を設けるよう改良した構造を示す概念図である図1-1

(B)において、電気抵抗を低減するために挿入した金属板10bの部分を、2枚(図1-1(C)では10c1として記載)にし、その間に金属の波板10c3を挿入し、初期製作時に波板10c3が適度に変形するまでカソード集電板4を締付け、その波板10c3の反力が燃料電池の部分に常に締付け力として作用するようにしたものである。なお、図1-2(D)は金属の波板10c3のA-A断面を示す概念図で、波は燃料ガスの流れに対し直交する向きに形成され、燃料ガスのバイパス通路とならないように配置されている。また、2枚の金属板10c1の右端部及び2枚のカソード集電板4の左端部にそれぞれ近い所に、スプリング効果を持つシールリング10c2を配置し、燃料ガスの外部へのリークを防止している。また、図1-2(E)は図1-1(C)における10c1及び10c3の部分の改良構造を示す概念図で、電気抵抗低減のために挿入した2枚の金属板10c1のうちの1枚を除き、波板10c3の形状を以下の通り変更したものである。即ち、波板10c3の発泡金属体13との接触面積を充分大きくすることで、燃料電池を締付けた時に発泡金属体の一部に過大な力が掛かり、変形することのないようにし、且つスプリング効果を維持するように改良したものである。

【0010】以下、上記を構成している各部材について簡単に説明し、要求される構造、機能がどのようなものであるかの説明の補足としたい。電解質板1はリチウムアルミネートの微細な粒子を薄板、平板状に成形し、その粒子の空間に電解質である炭酸塩を保持させたものである。炭酸塩としては、 $\text{Li}_2\text{CO}_3-\text{K}_2\text{CO}_3$ か $\text{Li}_2\text{CO}_3-\text{Na}_2\text{CO}_3$ のどちらかの混合塩を使用している。又、電極はアノード電極2もカソード電極3もニッケルの粉末に多少の添加物を加え、それを焼結したものである。これらの部材は、長年の研究によって、長時間使用しても圧縮クリープによる大きな変形はない。また、発泡金属体13は材料の適切な選定と適切な設計仕様で、充分高い圧縮強度、ガスの通気性、電子導電性を有するものが得られる。一例として、ハステロイXの90%空効率のものは上記要求を満足し、長時間使用しても変形も小さい。従って、締付けに対する追従能力はそれ程大きなものが要求される訳ではない。図1-1(C)では、燃料電池への締付け力を発生させる機構として、2枚の平板で挟んだ金属の波板を使ったが、上記の背景から、本発明の趣旨を変えない範囲において、このスプリング機構を変えて、それは発明としては微小な変更であり、それらも本発明の範囲に含まれるもの

と考える。図2は、本発明の燃料電池の中、図1-1(C)の外形構造を示す概念図で、燃料電池は金属製のカソード集電板4で形成された容器の中に収納された形になる。カソード集電板4の上部フランジ4aに合フランジによって取りつけられた蓋16がついており、蓋16には燃料ガス供給管17と燃料ガス供給ヘッダへの接続用フランジ18がついている。また、2枚のカソード集電板4はシール材10c2を挟んでボルト穴4b1, 4b2の部分でボルト20で締付けられて1つ容器を形成している。容器内の底部には、多孔板19があり、その上に多孔の絶縁材14cがあり、そこで、電解質板1、アノード電極2、カソード電極3、発泡金属体13、挿入された金属板10c1及び10c3等の荷重を受けている。燃料ガスの排気側は、燃料ガス供給側と基本的に同じ構造で、排気がわの蓋16a、排気管17a、排気ヘッダとの接続フランジ18a等で構成されている。図3は、図1-1、図1-2及び図2に示す本発明の燃料電池を効果的に適用するコンパクトな燃料電池発電装置の組み立て構造を示す概念図である。また、図4は、図3の一部の水平断面を示す概念図で、(A)は2重壁で構成されるハウジングを、(B)は改質器及び関連機器を、(C)は燃料電池の断面を示している。

【0011】ハウジングは内壁54aと外壁54bとで構成され、その2重壁の間は空気の通路となっている。この空気供給通路の頂部には開閉及び開度調整が可能な蓋57を装着している。また、外壁54bの外側は断熱材56で覆われている。起動時は、加圧下で炭化水素系燃料ガスが充填されている燃料ガス貯蔵容器37から燃料流量調節弁38を介して、起動用バーナー40に燃料が供給される。起動用バーナーは、圧電素子による着火装置を装着しており、これによって着火する。この時、当然ハウジング内は空気で満たされており、また、空気供給通路の頂部にある蓋57は開状態にしてあるので、自然対流により、新しい空気はハウジング内に供給され、燃焼ガスはハウジング頂部から排出される。ハウジングに供給される空気は内壁54aで予熱され、内壁の下部に設けられた開口部54cを通してハウジング内に導入される。この過程で、起動用バーナー40より上部にある装置、改質器31、蒸気過熱器30、蒸気発生器21等は起動用バーナー40による燃焼ガスで直接加熱され、改質器31は改質可能な温度まで予熱され、また、蒸気発生器30は蒸気供給が可能な状態となる。一方、起動用バーナーより下部にある装置、触媒燃焼器53、燃料電池42等は、ハウジングの下部より導入される加熱された空気によって予熱される。この時の予熱温度は、主として、改質ガスが燃料電池に導入された時にドレンが発生しない程度にまで予熱されていれば良い。この状態になった時に改質器を起動する。即ち、先ず過熱蒸気を過熱蒸気供給管32を介してミキサー34に供給する。次いで、燃料ガス貯蔵容器37から燃料ガス流

量調節弁39を介してミキサー34に供給する。過熱蒸気と燃料ガスの混合ガスである改質用原料ガスはラインミキサー35、原料ガス供給ヘッダー31.aを介して改質器31に供給される。改質器31には改質触媒が充填されており、そこを改質用原料ガスが通過し、外部から加熱されると、原料ガスは水素、一酸化炭素等を含むガスに改質される。この改質ガスは、改質ガスヘッダー31.b、改質ガス取りだし36、燃料電池用燃料ガス供給ヘッダー41を介して燃料電池42に供給される。しかし、この時は、燃料電池はまだ発電可能な温度にまで至っていないので、改質ガスは燃料電池42のアノード側を通過し、アノードガス排出管49、触媒燃焼器用燃料ガスヘッダー50を介して、燃焼触媒53を内臓する触媒燃焼器52で燃焼される。この燃焼ガスによって、燃料電池42は発電可能な状態まで予熱される。燃料電池42が発電可能な温度に達したら発電を開始する。燃料電池42は、電気的には多数が直列に接続されており、電流取り出し用ケーブル47a、47b及びインバーター48を介して交流の電気が取り出される。電源が準備できたら、制御装置、モーター等に電気を送ることが可能となり、カソードプロワー61及び必要に応じ自動制御装置を起動する。これによって、容器頂部より燃焼ガスのリサイクルが可能となり、燃料電池42のカソード側のCO₂利用率を低減することが可能となる。この時の燃焼ガスと新しい空気との混合比率は、それぞれのラインにあるダンパー59及び60により調節する。なお、図4(C)においては、燃料電池を外部から締付ける機構として、締付け用の板44a及び44b、スプリング45、締付け用ボルト46を記載しているが、必要に応じ外部からの締付け装置を付加することの概念を記載したもので、構造的にはテンションロッドを使う等別の方法であっても良い。

【0012】図5は、図3に示す燃料電池小型発電装置のプロセスフローを示すもので、図3、図4を使って上述した説明と重複する所はなるべく省くようとする。蒸気発生器21への給水は、先ず原水タンク63に水道水や河川水等を充填し、バルブ64を介して、イオン交換樹脂66を内臓する純水装置65に原水を供給し、純水容器67に純水を貯める。次いで純水容器67を純水タンク27より高い位置に上げ、バルブ68を開けて、頂部より純水タンクへ純水を供給する。この時、純水供給用バルブ69及び均圧弁69aは閉としておくが、純水タンク27が純水で満たされたら、蓋を閉め、均圧弁69aを開とする。次いで、純水供給用バルブ69を開とし、汽水分離ドラム内に設置される浮き子式水位調節弁70を介して、汽水分離ドラム22に純水を供給する。蒸気発生器21は、初期は起動用バーナー40の燃焼ガスで、又、その後は燃料電池42の排ガスで加熱され、汽水分離ドラム22からダウンカマー23、蒸発管24を循環しながら飽和蒸気を発生する。飽和蒸気ライン2

5には、純水タンク27の均圧ライン、圧力計71、自力式圧力調節弁72、ラップチャーデイスクリフ73が装備されている。一方、燃料ガス貯蔵容器37は着脱可能なフランジまたはカップリング76を有し、交換が可能になつておる、使用時はバルブ77を開くと自力式圧力調節弁78により、一定圧力で燃料ガスが供給される。改質器31及び起動用バーナー40への燃料ガス供給ラインにはそれぞれ燃料ガス流量調節弁79、85と流量計80a、86が装着されている。発電開始以前は、この流量調節弁の開度を手動調節して、燃料ガス流量及び蒸気流量を設定し、発電開始後は蒸気/燃料ガスの比例制御等必要に応じ自動制御に切り換える。また、起動用バーナーの燃焼温度、改質温度、触媒燃焼器燃焼温度を監視するためそれぞれ温度計81、82、83を装着している。このような装置および起動方法とすることで、起動時にドレンによる燃料電池の損傷を心配することなく、また、外部から何等ユーティリティーの供給を受けることなく、発電が開始できる。

【0013】【発明の効果】上述した本発明の溶融炭酸塩型燃料電池とこれを用いた発電装置は以下の特徴を有している。

(1) 従来一般の溶融炭酸塩型燃料電池に較べてセパレータの部品点数を大幅に削減した特願平08-6765の発明と比較しても、高価な材料を使ったアノード集電板を削減し、セパレータをカソード集電板のみで構成する究極の構造とすることことができたので、大幅なコストダウンが可能となる。

(2) 数多の燃料電池を直列に接続して使用する時の各燃料電池間の電気抵抗を削減することができたので、発電効率の向上が可能となる。

(3) 並列に接続された一対の燃料電池を発電装置から単独で取り出した時においても燃料電池に掛かる締付け力を維持できる構造とることができたので、それぞれの燃料電池に対する電解質の補充や保守が容易となり、信頼性の向上、長寿命化、コストダウンが可能となる。

(4) 上記の特徴を有する燃料電池を組み込み、発電装置全体をコンパクトに一体化した燃料電池発電装置は、起動時のドレンによる燃料電池の損傷の心配もなく、また、外部からのユーティリティーの支援も必要なく、容易に発電できることから、一般家庭用等汎用性の高い、低コストの発電装置を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1-1】 本発明による溶融炭酸塩型燃料電池の切断面を示す概念図

【図1-2】 図1-1の補足説明図

【図2】 本発明による溶融炭酸塩型燃料電池の外形構造を示す概念図

【図3】 本発明の溶融炭酸塩型燃料電池を組み込んだ発電装置の組み立て断面を示す概念図

【図4】 図3の一部の水平断面を示す概念図

【図5】 本発明の溶融炭酸塩型燃料電池を組み込んだ発電装置のプロセスフローシート

【図6】 従来型燃料でんちの切断面を示す概念図

【符号の説明】

- 1 電解質板
- 2 アノード電極
- 3 カソード電極
- 4 カソード集電板
- 4 a カソード集電板上部フランジ
- 4 b 1 ポルト穴
- 4 b 2 ポルト穴
- 4 c 小孔
- 5 アノードコルゲート板
- 6 センターブレート
- 7 カソードコルゲート板
- 8 アノード集電板
- 9 マスクプレート
- 10 インターコネクター
- 10 a インターコネクター
- 10 b インターコネクター (電気抵抗改良型)
- 10 c 1 インターコネクター (電気抵抗及び締付け力改良型)
- 10 c 2 同上用シールリング
- 10 c 3 同上用スプリング (金属製波板等)
- 11 絶縁スペーサー
- 12 外部回路
- 13 発泡金属体
- 14 a 絶縁材
- 14 b 絶縁材
- 14 c 多孔性絶縁材
- 15 a 絶縁兼シール材
- 15 b 絶縁兼シール材
- 16 (カソード集電板上部) 蓋
- 16 a (カソード集電板下部) 蓋
- 17 燃料ガス供給管
- 17 a アノードガス排出管
- 18 (燃料ガス供給ヘッダーへの) 接続フランジ
- 18 a (アノードガス排出ヘッダー) 接続フランジ
- 19 多孔板
- 20 ポルト
- 21 蒸発器
- 22 汽水分離ドラム
- 23 ダウンカマー
- 24 蒸発管
- 25 飽和蒸気取り出し管
- 26 蒸発器支持構造
- 27 純水供給タンク
- 28 純水供給用バルブ
- 29 純水供給管
- 30 蒸気過熱器

3 1 改質器

3 1 a 原料ガス供給ヘッダー

3 1 b 改質ガス取りだしヘッダー

3 2 (ミキサーへの) 過熱蒸気供給管

3 3 (ミキサーへの) 燃料ガス供給管

3 4 ミキサー

3 5 ラインミキサー

3 6 改質ガス取りだし管

3 7 燃料ガス貯蔵容器

3 8 (起動用バーナーへの) 燃料流量調節弁

3 9 (改質器への) 燃料ガス流量調節弁

4 0 起動用バーナー

4 1 (燃料電池への) 燃料ガス供給ヘッダー

4 2 燃料電池

4 3 インターコネクター

4 4 a (燃料電池締付け用) 板

4 4 b (燃料電池締付け用) 板

4 5 スプリング

4 6 (燃料電池締付け用) ボルト

4 7 a 電流取り出しケーブル

4 7 b 電流取り出しケーブル

4 8 インバーター

4 9 アノードガス排出管

5 0 (触媒燃焼器用) アノード排ガス供給ヘッダー

5 1 (触媒燃焼器用) アノード排ガス供給管

5 2 触媒燃焼器

5 3 燃焼触媒

5 4 a ハウジング内壁

5 4 b ハウジング外壁

5 4 c ハウジング内壁開口部

5 5 ハウジング固定部

5 6 断熱材

5 7 (空気通路の) 開閉及び開度調整可能な蓋

5 8 燃焼ガスリサイクル管

5 9 同上用ダンパー

6 0 空気流量調整用ダンパー

6 1 プロワー

6 2 カソードガス供給管

6 3 原水タンク

6 4 バルブ

6 5 純水装置

6 6 イオン交換樹脂

6 7 純水容器

6 8 バルブ (純水充填用)

6 9 バルブ (純水供給用)

6 9 a 均圧弁

7 0 浮き子式給水弁

7 1 圧力計

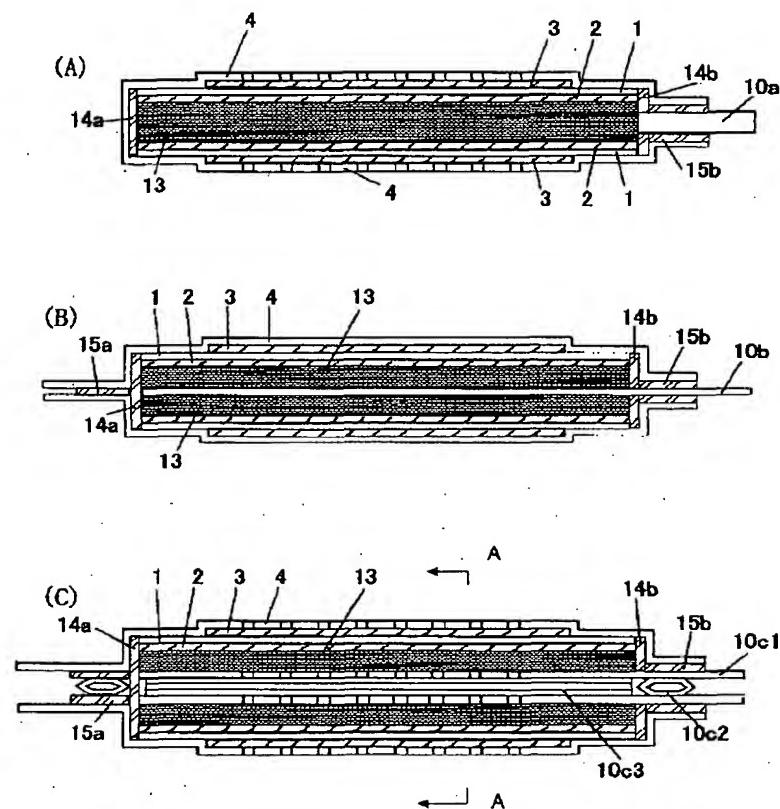
7 2 自力式圧力調節弁

7 3 ラブチャーディスク

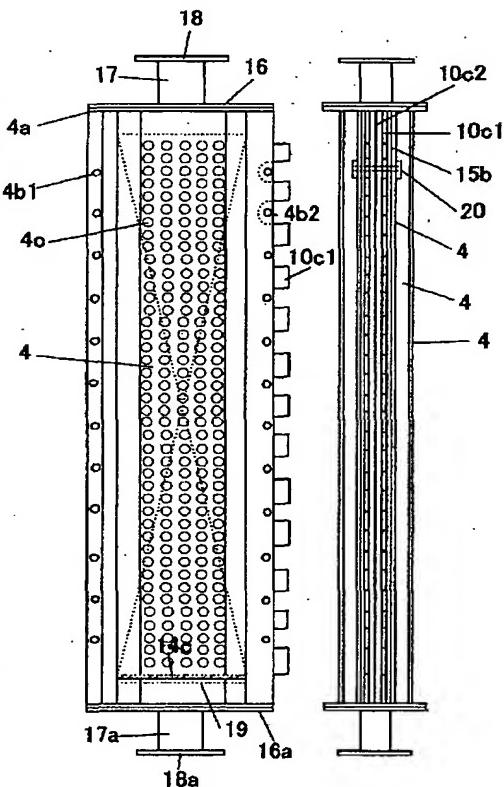
- 7 4 蒸気流量調節弁（自動）
 - 7 4 a 蒸気流量調節弁（手動）
 - 7 5 蒸気流量コントローラー
 - 7 5 a 蒸気流量計
 - 7 6 フランジまたはカップリング
 - 7 7 バルブ
 - 7 8 燃料ガス自力式圧力調節弁
 - 7 9 燃料ガス流量調節弁

- 8 0 蒸気／燃料比例制御用コントローラー
 - 8 0 a 燃料ガス流量計
 - 8 1 温度計
 - 8 2 温度計
 - 8 3 温度計
 - 8 4 モーター
 - 8 5 (起動用バーナー用) 燃料ガス流量調節弁
 - 8 6 流量計

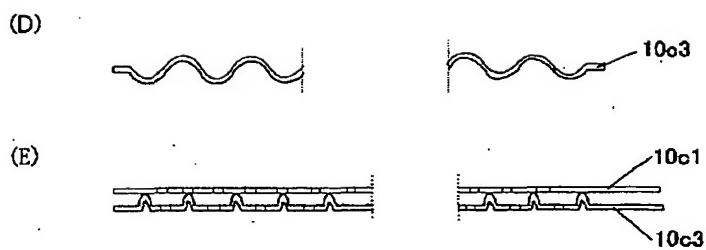
【図 1 - 1】



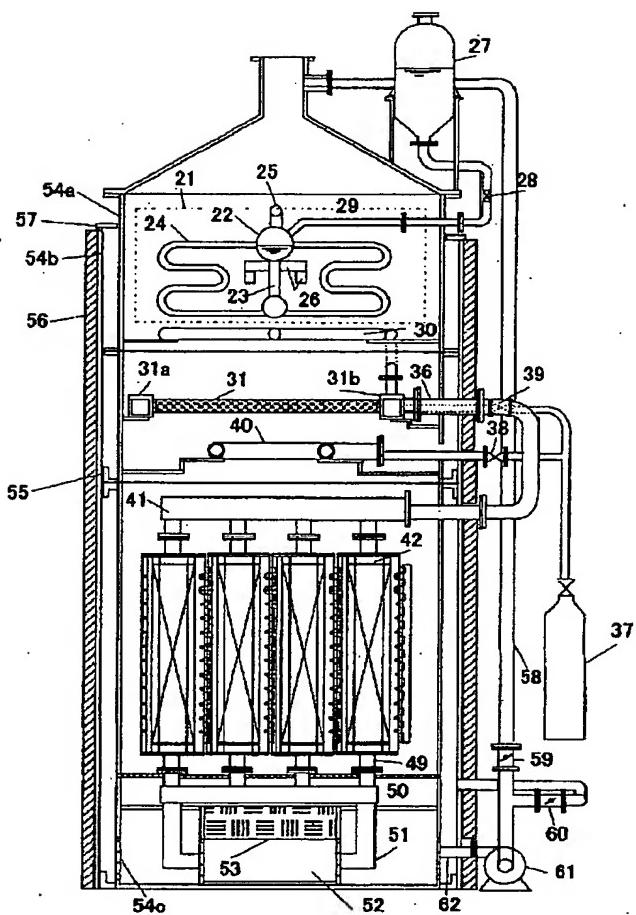
【図2】



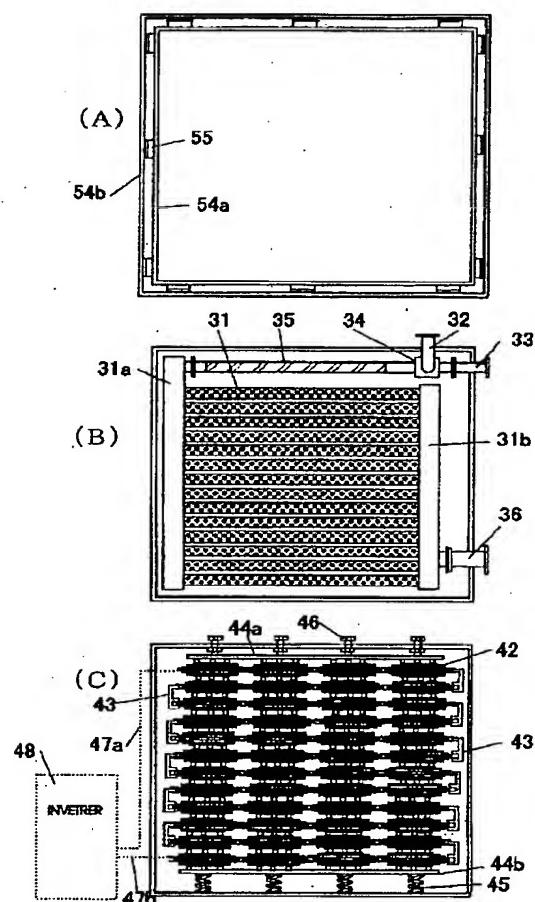
[図 1-2]



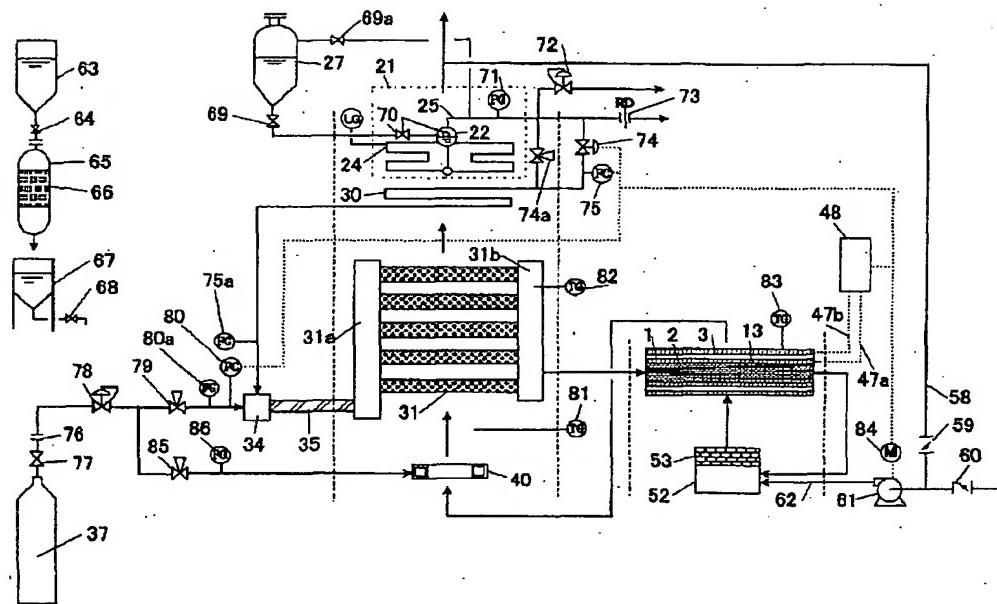
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

